

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-160245

(43)Date of publication of application : 13.06.2000

(51)Int.Cl.

C21D 8/02

C22C 38/00

C22C 38/58

(21)Application number : 10-342642

(71)Applicant : NKK CORP

(22)Date of filing : 02.12.1998

(72)Inventor : ENDO SHIGERU  
ISHIKAWA NOBUYUKI

## (54) PRODUCTION OF HIGH STRENGTH STEEL EXCELLENT IN HIC RESISTANCE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high strength steel sheet in which the hardening of the steel sheet surface caused by accelerated cooling is suppressed and excellent in HIC resistance.

SOLUTION: A slab contg. 0.03 to 0.08% C, 0.03 to 0.50% Si, 1.0 to 1.8% Mn, 0.005 to 0.05% Nb, 0.005 to 0.02% Ti and 0.0005 to 0.0025% is heated, is thereafter rolled in the austenitic temp. region of  $\leq 950^{\circ}\text{C}$  at a draft of  $\geq 60\%$ , is subjected to cooling in which the average cooling rate of the center part of the steel sheet is controlled to 5 to  $20^{\circ}\text{C/sec}$  till the surface temp. of the steel sheet reaches  $\leq 500^{\circ}\text{C}$  from  $\geq \text{Ar3} - 50^{\circ}\text{C}$  and is moreover subjected to cooling to  $\leq 600^{\circ}\text{C}$  in such a manner that the average cooling rate of the center part of the steel sheet is controlled to 5 to  $50^{\circ}\text{C/sec}$ . In the process of the cooling period, the accelerated cooling in which the cooling rates are changed between the initial stage and the final stage is combined, and surface hardening caused by accelerated cooling is suppressed.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3546726

[Date of registration] 23.04.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-160245  
(P2000-160245A)

(43) 公開日 平成12年6月13日 (2000. 6. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 2 1 D 8/02		C 2 1 D 8/02	C 4 K 0 3 2
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 F
38/58		38/58	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-342642

(22) 出願日 平成10年12月2日 (1998. 12. 2)

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社  
東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 遠藤 茂

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(72) 発明者 石川 信行

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日  
本鋼管株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐H I C性に優れた高強度鋼の製造方法

(57) 【要約】

【課題】この発明は、加速冷却による鋼板表面の硬化を抑制し、耐H I C性に優れた高強度鋼板を提供する。

【解決手段】C : 0. 03 ~ 0. 08 %、Si : 0. 03 ~ 0. 50 %、Mn : 1. 0 ~ 1. 8 %、Nb : 0. 005 ~ 0. 05 %、Ti : 0. 005 ~ 0. 02 %、Ca : 0. 0005 ~ 0. 0025 % を含有した鋼片を加熱後、950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上で圧延し、Ar<sub>3</sub>-50℃以上から鋼板の表面温度が500℃以下となるまで鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上20℃/秒以下で冷却し、さらに鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上50℃/秒以下で600℃以下まで冷却する。冷却期間中、初期と後期で冷却速度を変化させた加速冷却を組合わせ、加速冷却による表面硬化を抑制する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C：0.03～0.08%、Si：0.03～0.50%、Mn：1.0～1.8%、P：0.010%以下、S：0.002%以下、Nb：0.005～0.05%、Ti：0.005～0.02%、Al：0.01～0.07%、Ca：0.0005～0.0025%を含有し、かつC+Mn/6+(Cu+Ni)/15+(Cr+Mo+V)/5 $\geq$ 0.26を満足する残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を1000～1200℃に加熱し、950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上の圧延を行った後、Ar<sub>1</sub>-50℃以上から鋼板の表面温度が500℃以下となるまで鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上20℃/秒以下で冷却し、さらに鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上50℃/秒以下で600℃以下まで冷却することを特徴とする耐HIC性に優れた高強度鋼の製造方法。

【請求項2】 重量%で、C：0.03～0.08%、Si：0.03～0.50%、Mn：1.0～1.8%、P：0.010%以下、S：0.002%以下、Nb：0.005～0.05%、Ti：0.005～0.02%、Al：0.01～0.07%、Ca：0.0005～0.0025%、さらにCu：0.50%以下、Ni：0.50%以下、Cr：0.50%以下、Mo：0.50%以下、及びV：0.10%以下から選択された1種または2種以上を含有し、かつC+Mn/6+(Cu+Ni)/15+(Cr+Mo+V)/5 $\geq$ 0.26を満足する残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を1000～1200℃に加熱し、950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上の圧延を行った後、Ar<sub>1</sub>-50℃以上から鋼板の表面温度が500℃以下となるまで鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上20℃/秒以下で冷却し、さらに鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上50℃/秒以下で600℃以下まで冷却することを特徴とする耐HIC性に優れた高強度鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、耐水素誘起割れ性（耐HIC性）に優れた、主にAPI規格X60グレード以上の強度を有する鋼板の製造方法に関する。この製造方法は厚板ミルまたは熱延ミルに適用され、この方法で製造された鋼板は、UOE成形、プレスベンド成形、ロール成形等で原油や天然ガスを輸送する鋼管（UOE鋼管、電縫鋼管）等に利用される。

## 【0002】

【従来の技術】硫化水素を含む原油や天然ガスの輸送に用いられるラインパイプは、強度、靱性、溶接性の他に、耐水素誘起割れ性（耐HIC性）や耐応力腐食割れ性（耐SCC性）などのいわゆる耐サワー性が必要とさ

れる。鋼材のHICは、腐食反応による水素イオンが鋼材表面に吸着し、原子状の水素として鋼内部に侵入、鋼中のMnSなどの非金属介在物や硬い第2相組織のまわりに拡散・集積し、その内圧により割れを生ずるものとされている。その対策として以下の方法が挙げられている。

【0003】1. 鋼中のS含有量を下げるとともに、CaやREMなどを適量添加することにより、長く進展したMnSの生成を抑制し、応力集中の小さい微細に分散した球状の介在物に形態を変えて割れの発生・伝播を抑制する。（特開昭54-110119号公報）

2. 中心偏析部での割れに対しては、起点となりうる島状マルテンサイトの生成、および割れの伝播経路となるマルテンサイトやベイナイトなどの硬化組織の生成を偏析傾向の高い元素（C、Mn、P等）の低減や、スラブ加熱段階での均熱処理、そして冷却時の変態途中でのCの拡散を防止する加速冷却により抑制する。（特開昭61-60866号公報、特開昭61-165207号公報）

3. 焼入れ・焼戻しなどの熱処理や、オーステナイト再結晶温度以上の圧延仕上げ温度などにより、割れ感受性の低いマイクロ組織とする。

【0004】4. 鋼中への水素侵入を、抑制するため、鋼組成にCuを添加し、鋼材表面に保護膜を形成する。（特開昭52-11185号公報）

また、最近、X80グレードの高強度鋼板に対して特開平5-9575号公報、特開平5-271766号公報、特開平7-173536号公報等で、低S、Ca添加により介在物の形態制御を行いつつ、低C、低Mnとして中央偏析を抑制し、それに伴う強度低下をCr、Mo、Niなどの添加と加速冷却により補う方法が開示されるようになってきた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述の耐HIC性を改善する方法は中心偏析部が対象であり、また、Cuの添加や熱処理をすることなく、加速冷却等により硬化した表面近傍から発生するHICを防止するものではない。本発明は加速冷却を用いて製造するX60グレード以上の高強度鋼板において、中央偏析部のHICとともに、表面近傍から発生するHICを防止する耐HIC性に優れた高強度鋼板の製造方法を提供する。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは中央偏析の軽減、表面硬度抑制の観点から、鋼組成と加速冷却方法の両者について検討を行い、以下の発明を完成させた。

【0007】1. C：0.03～0.08%、Si：0.03～0.50%、Mn：1.0～1.8%、P：0.010%以下、S：0.002%以下、Nb：0.005～0.05%、Ti：0.005～0.02%、Al：0.01～0.07%、Ca：0.0005～

0.0025%を含有し、かつ $C+Mn/6+(Cu+Ni)/15+(Cr+Mo+V)/5 \geq 0.26$ を満たす残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を1000~1200℃に加熱し、950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上の圧延を行った後、Ar<sub>3</sub>-50℃以上から鋼板の表面温度が500℃以下となるまで鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上20℃/秒以下で冷却し、さらに鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上50℃/秒以下で600℃以下まで冷却することを特徴とする耐HIC性に優れた高強度鋼の製造方法。

【0008】2. C:0.03~0.08%、Si:0.03~0.50%、Mn:1.0~1.8%、P:0.010%以下、S:0.002%以下、Nb:0.005~0.05%、Ti:0.005~0.02%、Al:0.01~0.07%、Ca:0.0005~0.0025%、さらにCu:0.50%以下、Ni:0.50%以下、Cr:0.50%以下、Mo:0.50%以下、及びV:0.10%以下から選択された1種または2種以上を含有し、かつ $C+Mn/6+(Cu+Ni)/15+(Cr+Mo+V)/5 \geq 0.26$ を満たす残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を1000~1200℃に加熱し、950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上の圧延を行った後、Ar<sub>3</sub>-50℃以上から鋼板の表面温度が500℃以下となるまで鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上20℃/秒以下で冷却し、さらに鋼板中央部の平均冷却速度5℃/秒以上50℃/秒以下で600℃以下まで冷却することを特徴とする耐HIC性に優れた高強度鋼の製造方法。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明では、成分組成の調整とともに、加速冷却における冷却速度を冷却途中で変化させ、鋼板表面付近の硬度を抑制し、かつ、強度を確保することを特徴とする。本発明鋼板の成分組成、製造条件について説明する。

#### 1. 成分組成

C:0.03~0.08%

Cは強度を確保するため添加するが、0.03%未満では強度が確保できず、0.08%を超えると靱性や耐HIC性を劣化させるため、0.03~0.08%添加する。

【0010】Si:0.03~0.50%

Siは脱酸のため添加するが、0.03%未満では脱酸効果が十分でなく、0.50%を超えると靱性や溶接性を劣化させるため、0.03~0.50%添加する。

【0011】Mn:1.0~1.8%

Mnは強度、靱性のため添加するが、1.0%未満ではその効果が十分でなく、1.8%を超えると溶接性と耐HIC性が劣化するため、1.0~1.8%添加する。

【0012】P:0.010%以下

Pは溶接性と耐HIC性を劣化させる不可避不純物元素

であり、0.010%以下とする。

【0013】S:0.002%以下

SはCa添加により、CaS系介在物に形態制御されるが、高強度材では、割れの起点となり得るため、0.002%以下とする。

【0014】Nb:0.005~0.05%

Nbは圧延時や焼入れ時の粒成長を抑制し、微細粒化により靱性を向上させるが、0.005%未満では効果がなく、0.05%を超えると溶接熱影響部の靱性が劣化するため、0.005~0.05%とする。

【0015】Ti:0.005~0.02%

TiはTiNを形成してスラブ加熱時と焼入れ時の粒成長を抑制し、微細粒化により靱性を向上させるが、0.005%未満では効果がなく、0.02%を超えると靱性を劣化させるため、0.005~0.02%とする。

【0016】Al:0.01~0.07%

Alは脱酸剤として添加されるが、0.01%未満では効果がなく、0.07%を超えると清浄度が低下し、耐HIC性を劣化させるため、0.01~0.07%とする。

【0017】Ca:0.0005~0.0025%

Caは硫化物系介在物の形態制御に不可欠な元素であり、0.0005%未満ではその効果が十分でなく、0.0025%をこえて添加しても効果が飽和し、むしろ、清浄度の低下により耐HIC性を劣化させるので、0.0005~0.0025%とする。

【0018】炭素当量： $C+Mn/6+(Cu+Ni)/15+(Cr+Mo+V)/5 \geq 0.26$

炭素当量： $C+Mn/6+(Cu+Ni)/15+(Cr+Mo+V)/5$ はX60以上の強度を確保するため、0.26%以上添加する。

【0019】次に選択元素の限定理由について説明する。

【0020】Cu:0.50%以下

Cuは靱性の改善と強度の上昇に有効な元素であるが、多く添加すると溶接性が劣化するため、0.50%を上限とする。

【0021】Ni:0.50%以下

Niは靱性の改善と強度の上昇に有効な元素であるが、多く添加すると応力腐食割れが発生しやすくなるため、0.50%を上限とする。

【0022】Cr:0.50%以下

CrはMnと同様に低Cでも十分な強度を得るために有効な元素であるが、多く添加すると溶接性を劣化するため、0.50%を上限とする。

【0023】Mo:0.50%以下

Moは靱性の改善と強度の上昇に有効な元素であるが、多く添加すると溶接性や耐HIC性が劣化するため、0.50%を上限とする。

【0024】V:0.10%以下

Vは靱性、溶接性、および耐サワー性を劣化させずに強度を上昇させる元素であるが、多く添加すると溶接性を著しく損なうため、0.10%を上限とする。

## 2. 製造条件

スラブ加熱温度：1000～1200℃

スラブ加熱温度が1000℃未満では強度が得られず、1200℃を超えると靱性が劣化するため、1000～1200℃とする。

【0025】圧延条件：950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上

鋼板表面付近の結晶粒が成長し、硬度が上昇すると、耐HIC性が劣化するため、オーステナイト未再結晶温度域に相当する950℃以下のオーステナイト温度域で圧下率60%以上の圧延により結晶粒を微細化する。

【0026】加速冷却開始温度： $A_{r3}-50^{\circ}\text{C}$ 以上  
加速冷却をフェライト生成量が多くなる温度域から開始すると、耐HIC性が劣化するため、加速冷却開始温度を $A_{r3}-50^{\circ}\text{C}$ 以上とする。

【0027】初期冷却速度： $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下

加速冷却開始からの冷却（初期冷却）は、 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 未満の場合、耐HIC性が劣化し、 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ を超えると表面硬度が上昇し、耐HIC性が劣化するので、 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下とする。尚、本発明における冷却速度は鋼板の板厚中央部での値とする。

【0028】初期冷却後の鋼板表面温度 $500^{\circ}\text{C}$ 以下  
初期冷却は鋼板表面温度が $500^{\circ}\text{C}$ 以下において後期冷却に切り替える。鋼板表面温度が $500^{\circ}\text{C}$ を超えると、表面硬度が上昇し、耐HIC性が劣化する。

【0029】後期冷却速度： $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下

後期冷却は、 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 未満の場合、十分な強度が得られず、 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ を超えると表面硬度が上昇するので、 $5^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上 $50^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以下とする。

【0030】後期冷却停止温度： $600^{\circ}\text{C}$ 以下  
後期冷却停止温度が $600^{\circ}\text{C}$ を超えると、十分な強度が得られないため、 $600^{\circ}\text{C}$ 以下とする。尚、後期冷却停止温度は板厚方向平均温度とする。

【0031】

【実施例】表1に供試鋼の化学成分を、表2に製造条件、機械的性質、耐HIC性、および、溶接性を示す。製造条件で冷却速度1は圧延後の初期冷却速度、冷却速度2は後期冷却速度を指すものとする。機械的性質として強度、靱性を求めた。強度はX80グレード鋼として

要求される降伏強さ $448\text{MPa}$ 以上を目標とし、靱性はシャルピー衝撃試験における破面遷移温度として、 $-70^{\circ}\text{C}$ 以下を目標とした。溶接性は斜めY割れ試験により評価し、室温で溶接し、割れが生じない場合、良好とした。耐HIC性はpHが約3の硫化水素を飽和させた5%NaCl+0.5%CH<sub>3</sub>COOH水溶液（通常NACE溶液）中で行ったHIC試験で、割れ長さ率（CLR）が15%以下となったものを良好とした。

【0032】表2より、本発明法による鋼板（本発明鋼）は良好な機械的特性と耐HIC性が得られている。本発明法によらない鋼板（比較鋼）は機械的特性または耐HIC性のいずれかが劣っている。鋼板A-1～A-10は成分組成は本発明の範囲内であるが、製造条件が本発明範囲外であり、比較鋼となっている。

【0033】比較鋼A-1は、スラブ加熱温度が低く、強度が目標値に達しない。比較鋼A-2は、スラブ加熱温度が高く、靱性が目標値に達しない。比較鋼A-3は、圧下率が低く、耐HIC性が劣る。比較鋼A-4は冷却開始温度が低く、耐HIC性が劣る。比較鋼A-5は初期冷却から後期冷却への切り替え温度が高く、耐HIC性が劣る。

【0034】比較鋼A-6は初期冷却速度が早く、および加速冷却停止温度が高く、耐HIC性が劣る。比較鋼A-7は初期冷却速度が遅く、強度が劣る。比較鋼A-8は加速冷却停止温度が高く、強度が劣る。比較鋼A-9は後期冷却速度が遅く、強度が劣る。比較鋼A-10は加速冷却停止温度が高く、耐HIC性が劣る。比較鋼M-1～P-1は成分組成、製造条件ともに本発明範囲外となっている。比較鋼M-1はC量が低く、Si、Mn量が高い。また、スラブ加熱温度が高く、靱性、耐HIC性、溶接性が劣る。

【0035】比較鋼N-1はC、Si量が高く、また、初期冷却から後期冷却への切り替え温度も高く、耐HIC性、溶接性が劣る。比較鋼O-1はTi量が高く、また、初期冷却速度が早く、耐HIC性、溶接性が劣る。比較鋼P-1はSi量、P量、S量が高く、また、加速冷却停止温度も高く、強度が低く、耐HIC性が劣る。比較鋼Q-1はNb、Tiを含有せず、靱性が劣る。比較鋼R-1はSi量、Ca量、Ni量が高く、耐HIC性が劣る。鋼板L-1、L-2は炭素当量が本発明範囲外であり、比較鋼となっている。

【0036】

【表1】

10

20

30

40

表 1

	C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	Al	Ca	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ar3	Qeq	
A	0.05	0.25	1.40	0.008	0.0008	0.035	0.010	0.030	0.0025	-	-	-	-	-	783	0.283	発明鋼
B	0.04	0.48	1.50	0.006	0.0015	0.040	0.015	0.010	0.0020	-	-	-	-	-	778	0.290	
C	0.06	0.05	1.55	0.004	0.0007	0.045	0.012	0.040	0.0022	0.10	-	-	-	-	766	0.325	
D	0.05	0.32	1.35	0.006	0.0008	0.025	0.010	0.055	0.0007	0.48	0.20	-	-	-	768	0.320	
E	0.04	0.28	1.32	0.009	0.0012	0.035	0.015	0.033	0.0021	-	0.49	0.15	-	-	763	0.323	
F	0.04	0.31	1.25	0.008	0.0006	0.048	0.012	0.065	0.0024	-	-	0.48	-	-	790	0.344	
G	0.06	0.05	1.55	0.005	0.0005	0.044	0.008	0.025	0.0016	-	-	-	0.07	-	762	0.332	
H	0.03	0.22	1.32	0.004	0.0005	0.015	0.011	0.038	0.0018	-	-	-	0.45	-	759	0.340	
I	0.04	0.22	1.35	0.006	0.0008	0.041	0.009	0.033	0.0018	0.28	0.18	-	0.25	-	755	0.344	
J	0.08	0.32	1.05	0.010	0.0016	0.028	0.018	0.035	0.0016	-	0.35	-	0.15	0.065	770	0.325	
K	0.05	0.28	1.45	0.009	0.0008	0.041	0.012	0.028	0.0018	0.28	0.20	-	0.11	0.035	753	0.353	
L	0.04	0.25	1.25	0.008	0.0012	0.035	0.012	0.033	0.0018	-	-	-	-	-	790	0.249*	比較鋼
M	0.01*	0.38	1.98*	0.007	0.0016	0.036	0.011	0.028	0.0025	0.26	-	-	-	-	745	0.353	
N	0.09*	0.32	1.36	0.006	0.001	0.021	0.008	0.025	0.002	-	-	-	-	-	773	0.317	
O	0.07	0.45	0.85*	0.008	0.0008	0.044	0.022*	0.031	0.0023	0.28	0.16	-	0.15	-	784	0.271	
P	0.04	0.38	1.25	0.015*	0.0025*	0.021	0.012	0.015	0.0015	-	0.35	-	0.45	-	742	0.362	
Q	0.05	0.28	1.35	0.008	0.0011	-*	-*	0.025	0.0016	0.35	0.18	0.25	-	-	768	0.380	
R	0.05	0.38	1.45	0.007	0.0008	0.012	0.008	0.044	0.0045*	-	0.65*	-	0.12	-	733	0.359	

注) \*印は本発明から外れていることを示す。

【0037】

\* \* 【表2】

表 2

鋼	鋼板	加熱温度 ℃	圧下率 %	冷却速度1 ℃/s	冷却速度2 ℃/s	冷却速度3 ℃/s	冷却速度4 ℃/s	引張強度 MPa	引張強度 MPa	伸び %	耐HIC性	溶接性		
A	A-1	950*	70	800	10	400	5	450	420*	503	-90	○	○	比較鋼板
	A-2	1250	70	800	10	400	5	500	450	643	-85*	○	○	比較鋼板
	A-3	1000	50*	800	10	300	10	400	475	548	-87	×	○	比較鋼板
	A-4	1050	60	700*	10	450	40	300	556	653	-81	×	○	比較鋼板
	A-5	1150	85	740	10	550*	50	500	538	683	-79	×	○	比較鋼板
	A-6	1150	70	800	25*	500	30	650*	468	613	-84	×	○	比較鋼板
	A-7	1200	70	800	2*	200	20	550	414*	533	-68	○	○	比較鋼板
	A-8	1150	70	800	10	400	20	650*	425*	593	-85	○	○	比較鋼板
	A-9	1150	70	800	10	400	3*	550	434*	579	-86	○	○	比較鋼板
	A-10	1150	70	800	20	500	55	650*	518	683	-81	×	○	比較鋼板
	A-11	1200	70	800	5	200	20	550	469	638	-82	○	○	劣明鋼板
	A-12	1150	70	800	20	450	50	600	518	683	-81	○	○	劣明鋼板
	A-13	1150	70	800	5	400	30	300	538	683	-79	○	○	劣明鋼板
B	B-1	1150	70	900	20	400	20	400	465	650	-81	○	○	劣明鋼板
	C-1	1150	60	900	10	400	20	550	460	655	-81	○	○	劣明鋼板
	D-1	1200	60	800	10	400	30	550	478	685	-78	○	○	劣明鋼板
	E-1	1200	60	850	15	400	20	550	459	678	-79	○	○	劣明鋼板
	F-1	1000	75	800	15	300	20	500	486	608	-83	○	○	劣明鋼板
	Q-1	1050	80	800	10	300	20	500	475	622	-83	○	○	劣明鋼板
	H-1	1150	70	800	10	300	20	500	485	680	-79	○	○	劣明鋼板
	I-1	1150	70	800	10	400	20	450	499	694	-78	○	○	劣明鋼板
	J-1	1150	70	800	10	400	25	400	500	695	-78	○	○	劣明鋼板
	K-1	1150	70	800	10	400	10	400	498	693	-78	○	○	劣明鋼板
	L-1	1100	70	800	10	400	20	550	399*	502	-90	○	○	比較鋼板
	L-2	1150	70	740	10	400	20	550	400*	511	-90	×	○	比較鋼板
	M	M-1	1250*	70	800	15	400	15	650	480	723	-65*	×	×
N	N-1	1150	70	850	20	550*	40	500	502	697	-78	×	×	比較鋼板
O	O-1	1150	70	800	25*	400	40	350	486	681	-80	×	×	比較鋼板
P	P-1	1150	70	800	15	400	10	650*	445*	652	-87	×	○	比較鋼板
Q	Q-1	1150	70	800	10	400	15	400	515	710	-60*	○	○	比較鋼板
R	R-1	1150	70	800	10	450	20	550	494	689	-78	×	○	比較鋼板

注) \*印は本発明から外れていることを示す。

【0038】

※強度鋼板を安価に大量に製造することができる。

【発明の効果】本発明法により、耐HIC性に優れた高※

フロントページの続き

Fターム(参考) 4K032 AA01 AA04 AA08 AA11 AA14  
 AA16 AA19 AA22 AA23 AA27  
 AA29 AA31 AA35 AA36 BA01  
 BA03 CA02 CB02 CD02 CD03